



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
кафедра «Авиационные двигатели»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
— р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

«21» 06 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Вычислительные технологии в авиадвигателестроении»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

**Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных
и ракетных двигателей»**

Специализации программы специалитета:

*«Проектирование авиационных
двигателей и энергетических установок»,
«Проектирование ракетных двигателей
твёрдого топлива»*

Квалификация выпускника:

«инженер»

Выпускающие кафедры:

*«Авиационные двигатели»,
«Ракетно-космическая техника
и энергетические системы»*

Форма обучения:

очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: **2**

Часов по рабочему учебному плану: **72**

Виды контроля:

Экзамен: **-нет**

Зачёт: **- 3 сем.**

Курсовой проект: **- нет**

Курсовая работа: **- нет**

Пермь, 2017

Учебно методический комплекс дисциплины «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении» разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, рассмотренного и одобренного Учёным советом вуза 30 марта 2017 г., утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г., номер приказа 24-о;

- компетентностных моделей выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей специализаций «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» и «Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива», утверждённых 03 апреля 2017 г.;

- базовых учебных планов очной формы обучения по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей специализаций «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» и «Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива», утверждённых 03 апреля 2017 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Управление проектированием и производством авиационных двигателей и энергетических установок», «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Детали машин и основы конструирования», «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Физика», «Математика», «Компьютерные технологии в научных исследованиях», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)», «Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок», «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик _____ ст. преподаватель _____ И. П. Конев _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рецензент _____ доцент _____ В. П. Матюнин _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Авиационные двигатели» «13» 06 2017 г., протокол № 24

Заведующий кафедрой «Авиационные двигатели», ведущей дисциплину _____ д-р техн. наук, проф. _____ А.А. Иноземцев _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «16» 06 2017 г., протокол № 9.

Председатель учебно-методической комиссии Аэрокосмического факультета _____ канд. техн. наук, доц. _____ Н.Е. Чигодаев _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой «Авиационные двигатели» _____ д-р техн. наук, проф. _____ А.А. Иноземцев _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» _____ д-р техн. наук, проф. _____ М.И. Соколовский _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ _____ канд. техн. наук, доц. _____ Д.С. Репецкий _____
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Углубление систематизированного знания: об основных классах инженерных задач в области проектирования и испытаний газотурбинных двигателей и методах их решения с использованием систем компьютерной математики; о возможностях универсального математического пакета MATLAB для решения инженерных и научных задач, овладение навыками практического использования пакета MATLAB для проведения вычислений и визуализации данных.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет, углубляет и демонстрирует следующие общекультурные профессионально-специализированные компетенции:

(АОПК-2) - *способность решать задачи комплексного инженерного анализа с использованием общеинженерных знаний, стандартных аналитических методов и моделей, базовых прикладных программных средств.*

(АПСК-1.3) - *способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного и теплового состояния, характеристик, осуществлять документированное конструирование авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем;*

(АПСК- 1.5) – *способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, научных исследований, технических экспериментов и испытаний авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем;*

1.2 Задачи учебной дисциплины

• формирование знаний

- *последовательность действий при разработке вычислительного эксперимента;*
- *элементы теории погрешностей для оценки погрешности вычислительных процессов;*
- *структуру возможности и особенности системы компьютерной математики для решения инженерных задач MATLAB;*
- *возможности системы MATLAB по реализации алгоритмов решения инженерных задач;*
- *правила написания и использования основных элементов языка программирования системы MATLAB;*
- *общие сведения об экспериментальных исследованиях;*
- *основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в технических измерениях*

• формирование умений

- *использовать ресурсы системы MATLAB для методов символьного и численного решения задач в режиме прямых вычислений;*
- *составлять программы на языке программирования MATLAB по известным алгоритмам;*
- *использовать ресурсы языка программирования системы MATLAB для решения задач по известным методикам;*
- *использовать ресурсы системы MATLAB для интервальной оценка измерений с помощью доверительной вероятности;*
- *использовать ресурсы системы MATLAB для выполнения операции приближения таблично заданных функций;*

- **формирование навыков**

- визуализации результатов вычислительного эксперимента в системе MATLAB в графической форме;
- разработки программ пользователя в системе MATLAB;
- оформления результатов научного исследования.

1.3 Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты:

- методы решения инженерных задач;
- вычислительный эксперимент;
- погрешности измерений и вычислений;
- способы приближения экспериментальных данных;
- системы компьютерной математики;
- визуализация результатов вычислений;

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении» относится к вариативной части (дисциплинам по выбору) блока 1 «Дисциплины (модули)» при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализаций «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» и «Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Общекультурные компетенции			
АОПК-2	Способность решать задачи комплексного инженерного анализа с использованием общеинженерных знаний, стандартных аналитических методов и моделей, базовых прикладных программных средств.	Б1.Б.14 «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», Б1.Б.11 «Физика», Б1.ДВ.07.2 «Компьютерные технологии в научных исследованиях», Б2.Б.01 «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)»	Б1.В.14 «Управление проектированием и производством авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.Б.29 «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.Б.16 «Детали машин и основы конструирования», Б1.Б.08 «Математика»,
Профессионально-специализированные компетенции			
АПСК-3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного и теплового состояния, характеристик, осуществлять документированное конструирование авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем		Б1.ДВ.06.2 «Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.ДВ.04.2 «Прочность конструкций», Б1.ДВ.04.1 «Динамика и

			<p>прочность авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.ДВ.03.1 «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.В.08 «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.В.07 «Теория и расчёт лопаточных машин», Б1.Б.29 «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.Б.28 «Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.Б.27 «Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б2.Б.04 «Производственная практика (стажировка инженерная)», Б2.Б.06 «Преддипломная практика (практика по выполнению выпускной квалификационной работы)»</p>
АПСК-5	Способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, научных исследований, технических экспериментов и испытаний авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем		<p>Б1.Б.29 «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.В.07– «Теория и расчёт лопаточных машин», Б1.В.09 «Специальная технология изготовления деталей и сборка авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.ДВ.03.1 «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», Б1.ДВ.03.2 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических устано-</p>

			вок», Б1.ДВ.06.2 «Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Б2.Б.03 «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)», Б2.Б.04 «Производственная практика (стажировка инженерная)»
--	--	--	--

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АОПК-2, АПСК-3, АПСК-5.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции АОПК-2

Код АОПК-2	Формулировка компетенции
	способность решать задачи комплексного инженерного анализа с использованием общеинженерных знаний, стандартных аналитических методов и моделей, базовых прикладных программных средств.
Код АОПК-2.Б1.ДВ.07.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	способность планировать вычислительный эксперимент, оценивать погрешности вычислительных процессов, визуализировать результаты решения инженерных задач

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - последовательность действий при разработке вычислительного эксперимента; - элементы теории погрешностей для оценки погрешности вычислительных процессов; - структуру возможности и особенности системы компьютерной математики для решения инженерных задач MATLAB;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Уметь: - использовать ресурсы системы MATLAB для методов символьного и численного решения задач в режиме прямых вычислений; - составлять программы на языке программирования MATLAB по известным алгоритмам;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лабораторным работам)	Отчёты по лабораторным работам.
Владеть: - навыками визуализации результатов вычислительного эксперимента в системе MATLAB	Лабораторные работы.	Отчеты по лабораторным работам

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-3

Код АПСК-3	<p align="center">Формулировка компетенции</p> <p>способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного и теплового состояния, характеристик, осуществлять документированное конструирование авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем</p>
Код АПСК-3.Б1.ДВ.07.1	<p align="center">Формулировка дисциплинарной части компетенции</p> <p>способность разрабатывать алгоритмы решения задач по известным методикам расчётов параметров рабочего процесса, характеристик авиационных двигателей, их узлов и элементов и составлять программы их реализации в системе MATLAB.</p>

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности системы MATLAB по реализации алгоритмов решения инженерных задач; - правила написания и использования основных элементов языка программирования системы MATLAB 	Лекции. Самостоятельная работа по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать ресурсы языка программирования системы MATLAB для решения задач по известным методикам 	Лабораторные работы. Самостоятельная работа.	Отчёты по лабораторным работам.
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки программ пользователя в системе MATLAB 	Лабораторные работы. Самостоятельная подготовка к лабораторным работам.	Отчеты по лабораторным работам.

2.3 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-5

Код АПСК-5	<p align="center">Формулировка компетенции</p> <p>способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, научных исследований, технических экспериментов и испытаний авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем</p>
Код АПСК-3.Б1.ДВ.07.1	<p align="center">Формулировка дисциплинарной части компетенции</p> <p>способность проводить предварительную обработку результатов технических измерений, выполнять их анализ и корректировать эксперимент, контролировать и улучшать методику де опыта</p>

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - общие сведения об экспериментальных исследованиях; - основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в технических измерениях;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Уметь: - использовать ресурсы системы MATLAB для интервальной оценка измерений с помощью доверительной вероятности; - использовать ресурсы системы MATLAB для выполнения операции приближения таблично заданных функций	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)	Отчёты по лабораторным работам.
Владеть: – навыками оформления результатов научно-го исследования	Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам	Отчёты по лабораторным работам.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 2 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, час всего
1	2	3
1	Аудиторная (контактная) работа	54
	Лекции (Л) (в том числе в интерактивной форме)	18
	Лабораторные работы (ЛР)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	18
	Изучение теоретического материала	6
	Подготовка к лабораторным работам	12
4	Итоговая аттестация по дисциплине	зачет
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч)	72
	в зачётных единицах (ЗЕ)	2

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа				итоговый контроль	самостоятельная работа			
			всего	в том числе							
				Л	ПЗ	ЛР			КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	2	2		-				-	-
		1	2	2		-				1	4
		2	4	2		2				1	6
	2	3	6	2		4				2	8
		4	10	2		8				4	12
		5	12	2		10	2			5	19
	Всего по модулю:			38	12		24	2		13	51 / 1,42
2	3	6	12	4		8	2			5	17
		Заключение	2	2		-	-				2
	Всего по модулю:			16	6		8	2		5	21 / 0,58
Промежуточная аттестация								зачет			
Итого:			54	18		32	4		18	72/2	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Средства и методы решения инженерных задач

Л – 12 ч, ЛР - 24 ч, СРС – 13 ч, КСР – 2ч.

Раздел 1. Вычислительный эксперимент

Введение. Классы инженерных задач в области проектирования и испытаний газотурбинных двигателей. Обзор методов их решения.

Тема 1. Постановка задачи и планирование вычислительного эксперимента

Концептуальная и математическая формулировки задачи. План вычислительного эксперимента. Предварительное исследование математической модели: проверка корректности постановки задачи, существования и единственности решения. Выбор метода решения задачи, построение эффективных вычислительных алгоритмов. Понятия: устойчивость, корректность постановки задачи и сходимости численного решения. Сравнение полученных результатов с тестовыми примерами и экспериментальными данными. Решение вопроса о правильности практического моделирования.

Тема 2. Точность вычислений, элементы теории погрешностей

Источники погрешности результата: погрешность математической модели; неустранимая погрешность исходных данных; погрешность метода; погрешность округления. Правила

оценки погрешности операции над приближенными числами. Способы уменьшения погрешностей. Понятия верных и значащих цифр числа. Нормализованная форма числа. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

Раздел 2. Системы компьютерной математики

Тема 3. Состав, возможности и структура системы MATLAB

Структура пакета MATLAB: операции и команды, язык программирования, библиотеки специализированных программ. Рабочее пространство системы и ее командное окно. Интерактивный режим работы и сохранение результатов вычислений сеанса работы. Переменные и функции системы MATLAB. Классы данных. Арифметические и логические классы данных. Символьный класс данных. Массив структуры. Массив ячеек. Числовые массивы в системе MATLAB. Операции с массивами. Обзор графических возможностей системы.

Тема 4. Решение типовых задач алгебры и анализа в системе MATLAB.

Вычисление определённых интегралов с использованием стандартных функций. Поиск экстремумов функций одной и нескольких переменных. Программирование функций пользователя.

Тема 5. Язык программирования MATLAB и работа с файлами

Простые переменные и основные типы данных в MatLab. Арифметические операции с простыми переменными. Операции над матрицами и векторами. Условные операторы и циклы в MatLab. Программирование функций. Оформление графиков. Порядок определения и вызова функций. Область видимости переменных. Работа с файлами в MatLab: функции save и load, функции fwrite и fread, функции fscanf и fprintf, функции imread и imwrite.

Модуль 2. Обработка экспериментальных данных в системе MATLAB

Л – 6 ч, ЛР - 8 ч, СРС – 5 ч., КСР – 2ч.

Раздел 3. Методы обработки экспериментальных данных

Тема 6. Приближение таблично заданных функций

Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях. Методы графической обработки результатов измерений. Понятие о приближении функции. Интерполирование: линейная интерполяция, интерполяционный многочлен Лагранжа, интерполяционные многочлены Ньютона. Аппроксимация функций: метод наименьших квадратов, линейная аппроксимация. Основы работы в модуле Curve Fitting Toolbox. Оформление результатов научного исследования

Заключение. Обзор типовых структур и функционирования современных вычислительных систем.

4.3 Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.2 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	2,3	Графический интерфейс пользователя и простейшие вычисления в системе MATLAB (2 час)
2	3	Символьные вычисления в MATLAB (4 час)
3	4	Решение типовых задач алгебры и анализа в системе MatLAB. Со-

		здание простейших подпрограмм (6 час)
4	5	Задача интерполяции функции, интерполяционные полиномы в пакете MATLAB (6 час)
5	4,5	Основные функции MATLAB для обработки данных, представленных массивами (6 час)
6	6	Методы приближения таблично заданных функций в системе MATLAB. Основы работы в Curve Fitting Toolbox (8 час)

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	<i>Изучение теоретического материала</i>	0,5
2	<i>Изучение теоретического материала.</i>	0,5
	<i>Подготовка отчета по лабораторной работе.</i>	1
3	<i>Изучение теоретического материала.</i>	1
	<i>Подготовка отчета по лабораторной работе.</i>	1
4	<i>Изучение теоретического материала.</i>	2
	<i>Подготовка к защите лабораторной работы</i>	2
5	<i>Изучение теоретического материала.</i>	1
	<i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i>	1
	<i>Подготовка к контрольной работе по модулю 1 «Средства и методы решения инженерных задач»</i>	3
6	<i>Изучение теоретического материала.</i>	1
	<i>Подготовка к защите лабораторной работы.</i>	1
	<i>Подготовка к контрольной работе по модулю 2 «Обработка экспериментальных данных в системе MATLAB»</i>	3
	Итого: в час. / в ЗЕ	18 / 0,5

5.1. Тематика для самостоятельного изучения дисциплины

Тема 1. Постановка задачи и планирование вычислительного эксперимента

Понятия: устойчивость, корректность постановки задачи и сходимость численного решения.

Тема 2. Точность вычислений, элементы теории погрешностей

Понятия верных и значащих цифр числа. Нормализованная форма числа.

Тема 3. Состав, возможности и структура системы MATLAB

Рабочее пространство системы и ее командное окно. Обзор графических возможностей системы.

Тема 4. Решение типовых задач алгебры и анализа в системе MATLAB.

Вычисление определённых интегралов с использованием стандартных функций..

Тема 5. Язык программирования MATLAB и работа с файлами

Простые переменные и основные типы данных в MatLab. Арифметические операции с простыми переменными.

Тема 6. Приближение таблично заданных функций

Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях Понятие о приближении функции.

5.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

5.3. Реферат

Реферат не предусмотрен.

5.4. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены

5.5. Индивидуальное задание

Индивидуальные задания не предусмотрены

5.6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

После изучения темы дисциплины в часы лекционных занятий студенты в часы самостоятельной работы должны пользуясь конспектом лекций повторить материал, пользуясь основной литературой более глубоко разобраться в проблемных вопросах.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом, выполняя одно задание группами по два человека. Для лучшего понимания материала методические указания к лабораторным работам содержат большое количество примеров. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интер-

активных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Этапы выполнения заданий, связанные с изучением литературы, оформление отчетов, подготовкой к защите и т.д. выполняются в часы самостоятельной работы с использованием компьютерной техники и современных средств телекоммуникаций.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ, рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

6.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД (табл. 4.2)

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов, выполнявших работу в группе. При этом оценка освоения знаний умений и навыков выставляется индивидуально каждому студенту.

6.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Средства и методы решения инженерных задач», вторая КР – по модулю 2 «Обработка экспериментальных данных в системе MATLAB».

Типовые задания КР включают 1 теоретический вопрос и одно практическое задание, выполняемое с использованием компьютера.

Примеры теоретических вопросов:

1. Сущность, возможности, преимущества и недостатки графического метода решения задач.
2. Какие данные и разделы содержит содержательная постановка задачи, при проведении вычислительного эксперимента?
3. Перечислите четыре основных составляющих погрешности результата при численном решении исходной задачи.
4. Приведите общую структуру отчета о научном исследовании.

Примеры практических заданий:

1. Построить точечный график по заданной таблице значений двух параметров (данные нужно импортировать в среду MATLAB, используя возможности системы). Подобрать наиболее подходящие по внешнему виду приближающие функции. После нахождения значений параметров каждой из приближающих функций найти суммы квадратов.

2. Найдите локальные экстремумы функции двух переменных, приняв за начальную, точку с заданными координатами x_0, y_0 . Предварительно создайте соответствующую файл-функцию.

$$e^{x+y} + (x - y)^2 - 2x - 2y$$

2. Используя возможности системы MATLAB, вычислить коэффициент корреляции для двух массивов данных, выданных преподавателем (данные нужно импортировать в среду MATLAB, используя возможности системы).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Зачёт по дисциплине выставляется в случае выполнения заданий и защите всех лабораторных работ и положительных оценок по результатам рубежных контрольных работ. В случае, если студент имеет неудовлетворительные оценки текущего контроля по теме, он обязан ответить на теоретический вопрос при проведении промежуточной аттестации.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий и промежуточный		Рубежный		Промежуточная аттест.
	С	ЛР	КР	РК	Зачёт
Усвоенные знания					
3.1 последовательность действий при разработке вычислительного эксперимента	С1			РК1	ТВ
3.2 элементы теории погрешностей для оценки погрешности вычислительных процессов	С1			РК1	ТВ
3.3 структуру возможности и особенности системы компьютерной математики для решения инженерных задач MATLAB	С1			РК1	ТВ
3.4 возможности системы MATLAB по реализации алгоритмов решения инженерных задач	С1			РК1	ТВ
3.5 правила написания и использования основных элементов языка программирования системы MATLAB	С1			РК1	ТВ
3.6 общие сведения об экспериментальных исследованиях	С1			РК1	ТВ
3.7 основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в технических измерениях	С1			РК1	ТВ
Освоенные умения					
У.1 использовать ресурсы системы MATLAB для методов символьного и численного решения задач в режиме прямых вычислений		ОЛР1,2	КР1		
У.2 составлять программы на языке программирования MATLAB по известным алгоритмам		ОЛР3	КР1		
У.3 использовать ресурсы языка программи-		ОЛР4	КР1		

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой


<p>Б1.ДВ.07.1 Вычислительные технологии в авиадвигателестроении</p> <p>(индекс и полное название дисциплины)</p>	<p>Блок 1. Дисциплины(модули) (цикл дисциплины)</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>базовая часть цикла</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>обязательная</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>вариативная часть цикла</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>по выбору студента</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента				
<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	обязательная										
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента										
<p>24.05.02</p> <p>(код направления подготовки/ специальности)</p>	<p>Проектирование авиационных и ракетных двигателей/ «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива»</p> <p>(полное название направления подготовки/специальности)</p>												
<p>АРД / АДс, РДс</p> <p>(аббревиатура направления / специальности)</p>	<table border="0"> <tr> <td>Уровень подготовки:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> специалист</td> <td>Форма обучения:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> очная</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> бакалавр</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> заочная</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> магистр</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> очно-заочная</td> </tr> </table>	Уровень подготовки:	<input checked="" type="checkbox"/> специалист	Форма обучения:	<input checked="" type="checkbox"/> очная		<input type="checkbox"/> бакалавр		<input type="checkbox"/> заочная		<input type="checkbox"/> магистр		<input type="checkbox"/> очно-заочная
Уровень подготовки:	<input checked="" type="checkbox"/> специалист	Форма обучения:	<input checked="" type="checkbox"/> очная										
	<input type="checkbox"/> бакалавр		<input type="checkbox"/> заочная										
	<input type="checkbox"/> магистр		<input type="checkbox"/> очно-заочная										
<p>2017</p> <p>(год утверждения учебного плана ОПОП)</p>	<p>Семестр 3 Количество групп: 3</p> <p>Количество студентов: 60</p>												
<p>_____ Конев И.П. _____ (фамилия, инициалы преподавателя)</p>	<p>_____ ст. преподаватель _____ (должность)</p>												
<p>_____ Аэрокосмический _____ (факультет)</p>	<p>_____ тел. 277-22-72 _____ (контактная информация)</p>												
<p>_____ Авиадвигатели _____ (кафедра)</p>													

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электронных изда- ний
1	2	3
1. Основная литература		
1	Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий .— 3-е изд., стер .— Москва : Высш. шк., 2009 .— 840 с., 51,94 усл. печ. л. : ил. — Прил.: с. 790-819 .— Библиогр.: с. 820-828 .— Предм. указ.: с. 829-840	15
2	MATLAB 7./R2006/R2007 : самоучитель / В. П. Дьяконов .— М. : ДМК Пресс, 2008 .— 767 с. : ил. — Библиогр.: с. 743-746 .— Предм. указ.: с. 747-767 .— ISBN 978-5-94074-424-5 : 315-20.	15
2. Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
3	Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий .— 2-е изд., перераб .— Москва : Высш. шк., 2005 .— 840 с. : ил. — Библиогр.: с. 820-828 .— Предм. указ.: с. 829-840 .— ISBN 5060054934 : 445-30	48
4	Элементы приближенных вычислений : учеб. пособие / В. Е. Гмурман .— М. : Высш. шк., 2005 .— 93 с.	20
5	Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков .— Москва : Высш. шк., 2000 .— 190 с. : ил. — (Высшая математика / Под ред. В. А. Садовниченко) .— Библиогр.: с. 188.	148
6	Вычисления в среде Matlab / В. Г. Потемкин.— Москва: Диалог-МИФИ, 2004 .— 714 с. : ил. — Прил.: с. 620-661.— Индекс. указ.: с. 662-691 .— Предм. указ.: с. 692-703.— Библиогр.: с. 704-709	46
7	Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Г. М. Кобельков, Н. П. Жидков .— 3-е изд., доп. и перераб .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003 .— 632 с	20
2.2 Периодические издания		
Не предусмотрены		
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрены		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . –	

	Загл. с экрана.	
2	Matlab. Тхронента [Электронный ресурс : авторские руководства по продуктам MathWorks] / ЦИТМ Экспонента официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ, Москва, 1993, – Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/ . – Загл. с экрана.	
4	Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: http://нэб.рф , компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на 13.06.2017г.
(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература обеспечена не обеспечена
 Дополнительная литература обеспечена не обеспечена
 Зав. отделом комплектования научной библиотеки  Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспечена
 Дополнительная литература обеспечена не обеспечена
 Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Лабораторные работы	MATLAB		Выполнение заданий лабораторных работ

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	лекционная мультимедиа аудитория	Кафедра АД	201	72	54
2	специализированная аудитория (компьютерный класс)	Кафедра АД	203	36	15

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональный компьютер	15	Собственность ПНИПУ	203

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		